

Daglicht in gebouwen.

Nog te veel gebouwen worden ontworpen zonder aandacht voor daglichtproblematiek, zowel energetisch (thermisch) als visueel (o.m. verblinding). Nochtans is daglicht belangrijk voor het comfort in en de energieprestatie van een gebouw. Veel werkplekken worden voorzien van kunstverlichting die niet daglichtafhankelijk is gemaakt, waardoor kunstverlichting onnodig brandt en het potentieel voor energiebesparing onbenut blijft. Daarnaast leidt een tekort aan daglicht tot verminderde werkprestaties; uit studies (M. Aries TU/e, 2011) is gebleken dat een hogere lichtintensiteit de vermoeidheid doet dalen waardoor de economische prestatie verbetert. Daglicht is een belangrijke parameter bij het ontwerp van gezonde, energiezuinige gebouwen.

- **Wat is daglicht?**

Natuurlijk licht omvat het voor het menselijk oog zichtbare gedeelte van de elektromagnetische straling (golflengten tussen 380nm en 780nm). De zonne-energie die onze atmosfeer bereikt bedraagt ongeveer 1353W/m² (de zgn. 'zonneconstante'), waarvan 6% terug in de ruimte wordt weerkaatst. Het licht dat onze aarde bereikt is deels 'diffuus' door reflecties en verstrooiing in de atmosfeer en deels 'direct'. Het diffuse deel (ongeveer 15%) noemen we 'daglicht' of 'hemellicht'. Het deel van de zonnestraling dat de aarde direct bereikt, kunnen we omschrijven als 'zonlicht'. Tijdstip, oriëntatie en klimaat bepalen de beschikbaarheid van natuurlijk licht op een plek en vormen dus de eerste belangrijke parameters voor het gebouwontwerp.

- **Het belang van "daglichttoetreding"**

Natuurlijk licht houdt mens, fauna en flora in leven. Denk daarbij aan fysiologische aspecten zoals fotosynthese, het dag-nacht-ritme en allerlei daaraan gekoppelde fotobiologische processen die ervoor zorgen dat we kunnen functioneren. Onze gemoedstoestand wordt beïnvloed door natuurlijk licht. In perioden waarin de lichtcondities heel laag zijn, ontstaan vaak depressies zoals 'winterblues'. Het contact met de buitenomgeving is bijgevolg een belangrijk ontwerpaspect. Als we bedenken dat een efficiënt verlichtingsontwerp met daglichtsturing het energieverbruik voor verlichting in de tertiaire sector gemiddeld 40% kan doen dalen, lijkt het geen twijfel dat het aspect daglicht een belangrijk deel uitmaakt van het gebouwontwerp.

- **Meten is weten: basisgrootheden**

Er zijn vijf belangrijke basisgrootheden die iets zeggen over de hoeveelheid licht.

Een eerste grootte is de **lichtstroom Φ** (uitgedrukt in lumen of lm). Deze duidt de totale hoeveelheid licht aan die door een lichtbron per tijdseenheid in alle richtingen wordt uitgezonden. Energetisch gezien is de lichtstroom relevant in relatie tot het opgenomen vermogen, dat noemen we **specifieke lichtstroom η** . Deze wordt uitgedrukt in lumen per Watt en geeft het lichtrendement van een bepaalde lichtbron weer. Voor een bewolkte hemel (ca. 140 lm/W) ligt deze waarde logischerwijs hoger dan voor een heldere hemel waarin de zon te zien is (ca. 115 lm/W). Zo ook is het lichtrendement van een klassieke halogeenlamp laag (tot ca. 12 lm/W) omdat deze lamp licht uitzendt door gloeien (thermoluminescentie) waardoor een groter aandeel van het opgenomen vermogen omgezet wordt in warmte in plaats van in licht. Ter vergelijking: de specifieke lichtstroom van een T5 fluorescentielamp (gasontlading) bedraagt ca. 100 lm/W.

De lichtstroom die een lichtbron in een bepaalde ruimtehoek uitzendt, heet **lichtsterkte I** en wordt uitgedrukt in lumen per steradiaal (ruimtehoek) of 'candela', de eenheid die we kennen als de lichtsterkte van een gewone kaars.

Op een referentieoppervlak kan men de lichtstroom meten die er per eenheidsoppervlak op invalt. Deze waarde is de **verlichtingssterkte E** en wordt uitgedrukt in lumen per vierkante meter of lux. De verlichtingssterkte die men onder een bewolkte hemel meet, kan oplopen tot ca. 20.000 lux, terwijl onder een heldere hemel met zon de verlichtingssterkte al gauw oploopt tot het vijfvoudige.

De lichtgrootte waarvoor ons oog gevoelig is, heet **luminantie L** of 'helderheid' en wordt uitgedrukt in cd/m^2 . Het is dus de helderheidsgraad van een verlicht oppervlak die het oog vanuit een bepaalde kijkrichting waarneemt. De helderheid van een oppervlak is bijgevolg afhankelijk van de wijze waarop het invallende licht verdeeld wordt (reflectie, absorptie en transmissie). In die zin is het belangrijk als ontwerper een doordachte keuze te maken in afwerkingsmaterialen om een betere helderheidsverdeling in de ruimte te krijgen.

- **Wat zegt de regelgeving omtrent daglicht?**

- Voor daglicht zijn nog geen normen ter beschikking. De allereerste Europese daglichtnorm is gepland voor 2014 (CEN/TC169 Light and lighting). De Codex voor Welzijn op het Werk (voormalige ARAB) vermeldt in art.33. van Afdeling III 'de werkgever zorgt ervoor dat er op de arbeidsplaats voldoende daglicht binnenkomt en dat indien dit niet mogelijk is, er een adequate kunstverlichting aanwezig is'. Wat moet worden verstaan onder 'voldoende daglicht' is echter niet gespecificeerd.

- Het Nederlandse Bouwbesluit 2012¹ stelt een aantal minimeisen voor daglichttoetreding in een gebouw. De eisen zijn gebaseerd op de norm NEN 2057:2011 waarin omschreven staat hoe de equivalente daglichtoppervlakte van een verblijfsgebied en/of verblijfsruimte wordt bepaald. Voor woonruimten omschrijft het Bouwbesluit dat de daglichttoetreding, doorheen deze equivalente daglichtoppervlakte minstens 10% van de vloeroppervlakte moet bedragen. Dat is vrij weinig omdat de eisen gerelateerd zijn aan de vloeroppervlakte en niet aan de geometrie van de ruimte.

- In ons land zijn soms minimeisen opgenomen in gemeentelijke verordeningen. Het WTCB² adviseert daglichtopeningen met een oppervlakte à rato 1/8 van de vloeroppervlakte voor woonkamers en keukens, en 1/10 voor slaapkamers. Naarmate de relatieve oppervlakte van de daglichtopening (raamoppervlakte versus vloeroppervlakte) vergroot, treedt meer daglicht binnen, maar neemt ook de noodzaak voor controle van de daglichtopening toe (zonwering, helderheidswering).

- **En wat met kunstlicht?**

Voor kunstverlichting op werkplekken zijn objectieve criteria vastgelegd in de NBN EN 12464 Licht en verlichting, in deel 1 (binnenwerkplekken) en deel 2 (buitenwerkplekken). De norm kende nog een revisie in 2011 waarbij de te verzekeren verlichtingssterkte E_m , de uniformiteit U, de maximale eengemaakte verblindingsgraad UGR en de kleurweergave-index zijn vastgelegd³. Zo moet op het werkblad in een kantoor 500 lux worden verzekerd en een

¹ Het Bouwbesluit werd in 2012 vernieuwd en is online te raadplegen.

² TV 214 Glas en glasproducten, functies van beglazing, december 1999, WTCB

³ E_m te verzekeren verlichtingssterkte [lx] : minimumwaarde van de gemiddelde verlichtingssterkte op het beschouwde oppervlak

uniformiteit van 70% in de werkzone worden voorzien. Het Belgisch Instituut voor Verlichtingskunde (BIV) vat de aspecten van de norm inzake binnenverlichting samen in de Code van goede praktijk voor binnenverlichting. Deze Code is online beschikbaar. Voor woningen heeft het WTCB aanbevelingen opgesteld voor o.m. minimale verlichtingssterkten die kunnen worden nagelezen in de Praktische en Technische Gids voor de Verlichting van woningen (2011).

- **Hoe daglichttoetreding bepalen?**

Een ontwerper kan licht- en schaduwzones handmatig simuleren in een schaalmodel, maar heeft dan nog geen notie van de hoeveelheid licht die binnentreedt. Bovendien wordt daarbij geen rekening gehouden met de reflectie van afgewerkte oppervlakken, de visuele eigenschappen van de gebruikte beglazing e.d. meer. Een meer precieze daglichtbeoordeling van een schaalmodel is mogelijk onder een kunsthemel en kunstzon zoals deze in het lichtlaboratorium van het WTCB.

De gemiddelde daglichtfactor geeft een beeld van de hoeveelheid daglicht in een bepaalde ruimte. De daglichtfactor (DF) is de verhouding tussen de verlichtingssterkte E_i gemeten binnen op werkbladhoogte en de verlichtingssterkte E_e gelijktijdig gemeten buiten op een horizontaal vlak, in het vrije veld, onder een gestandaardiseerde bewolkte hemel (*CIE overcast sky*⁴). Een verlichtingssterkte van 500lx op het werkblad zou bijgevolg overeenkomen met een daglichtfactor van 5%, uitgaand van 10.000lx onder bewolkte hemel. Daarbij is een DF 5% al heel goed te noemen: vanaf DF 3% kan men spreken over een daglichtwerkplek, terwijl een DF onder de 1% heel zwak is. Belangrijk: de daglichtfactor wordt steeds bepaald onder een bewolkte hemel. Hij houdt dus geen rekening met het heersende klimaat op een bepaalde site.

Men kan er van uitgaan dat er voldoende daglicht in een ruimte binnentreedt tot een diepte die gelijk is aan 2.5 keer de nuttige hoogte van de raamopening (= de hoogte van de raamopening boven het werkblad⁵). Echter is de vuistregel enkel geldig voor rechthoekige ruimten en moet er bovendien rekening worden gehouden met o.m. de reflecties van de oppervlakken: donkere oppervlakken zullen het licht meer absorberen.

oppervlak	reflectiecoëfficiënt
plafond	0.60 – 0.90
wanden	0.30 - 0.80

U uniformiteit van de verlichting [-]: verhouding minimale verlichtingssterkte E_{\min} ten opzichte van de gemiddelde verlichtingssterkte E op een oppervlak

UGR maximale eengemaakte verblindingsgraad [-]: deze index is een maat voor de directe verblinding in een ruimte t.g.v. de positionering van de armaturen, de positie van de waarnemer en de geometrie en reflectiewaarden van de ruimte. In de norm zijn grenswaarden opgenomen waaronder geen verblinding optreedt.

Ra kleurweergave-index [-]: is een index die aangeeft in hoeverre een lichtbron kleuren waarheidsgetrouw weergeeft. De referentie is een Ra-waarde 100 die overeenkomt met de kleurweergave van een gloeilamp of van daglicht. Men zou minstens lichtbronnen met een Ra-waarde van 80 moeten hanteren om te voorzien in een goede kleurweergave.

⁴ De CIE (Commission International de l'Éclairage) heeft naargelang de luminantieverdeling in de hemel verschillende hemeltypes vastgelegd. De meest gebruikte hemeltypes voor daglichtberekeningen zijn de uniforme hemel (*CIE standard uniform sky*), de bewolkte hemel (*CIE standard overcast sky*), de heldere hemel zonder zon (*CIE clear sky without sun*) en de heldere hemel met zon (*CIE clear sky*).

⁵ Lichttechnisch gezien draagt daglichttoetreding onder werkbladniveau (hoogte=0,8m) niet meer bij tot de verlichting van de werkplek.

werkoppervlak	0.20 – 0.60
vloeren	0.10 – 0.50

Aanbevolen reflectiecoëfficiënten (NBN EN 12464-1)

Er zijn ook verscheidene computertools ter beschikking waarmee een ontwerper daglichttoetreding in een ruimte kan simuleren. Een heel gebruiksvriendelijke tool is de Daylight Visualizer die Velux op de markt bracht. Hiermee kan daglicht over een heel jaar gesimuleerd worden. De tool is gratis beschikbaar op de website van Velux.

Redactie: arch. Nelly Moenssens

Ben je als ontwerper op zoek naar een snel antwoord op een praktische vraag omtrent daglicht, dan kan je terecht bij de LED Bouwcomfort (laagdrempelige expertise en dienstverleningscentrum in KU Leuven Faculteit Architectuur, nelly.moenssens@kuleuven.be). Een initiatief van het Agentschap Ondernemen, Vlaanderen in Actie Pact 2020, i.s.m. Innovatiecentrum.

TIPS & TRICKS

- de hoeveelheid daglicht die toetreedt in een bepaalde ruimte is afhankelijk van de daglichtopeningen (oriëntatie, positie, grootte, vorm), de gekozen beglazing (lichttransmissiefactor τ_v en zonnefactor g^6), zon- en helderheidswering, de geometrie van de ruimte en het materiaalgebruik in de ruimte.
- (verticale) raamopeningen kan men een onderverdelen in een gedeelte 'zichtraam' en een gedeelte 'lichtraam'. Het zichtraam (onderste 2/3^{de} deel) bewaart het zicht naar buiten. Het bovenste derde deel zorgt voor daglichttoetreding in de diepte van de ruimte door de rechtlijnige voortplanting van licht(lichtraam). In kantooromgevingen wordt het lichtraam vaak benut om er daglichtsturende elementen in aan te brengen (zoals prismatische beglazing).
- bij rechthoekige planvorm treedt voldoende daglicht binnen tot een diepte die gelijk is aan 2,5 keer de nuttige hoogte van het raam.
- een daglicht georiënteerde werkplek heeft een daglichtfactor van minstens 3%
- houd ook rekening met afwerkingsmaterialen (reflecties) bij het bepalen van daglichttoetreding
- daglicht kan je moeilijk vatten; een goed ontwerp vereist een daglichtsimulatie

⁶ De lichttransmissiefactor τ_v en de lichtreflectiefactor ρ_v vormen de visuele kenmerken van de beglazing. De energetische transmissie τ_e , de energetische reflectie ρ_e en de zonnefactor g (het aandeel energetische transmissie en absorptie naar binnen) bepalen de energetische karakteristieken van de beglazing. Sommige productspecificaties vermelden de 'shading coëfficiënt': dit is de verhouding van de g -waarde van de betreffende beglazing ten opzichte van de g -waarde van helder glas (4mm).